Revista
Brasileira de

ASTRONOMIA

Produzida pela Sociedade
Astronômica Brasileira

Ano 2 | Número 5

AGLOMERADOS de estrelas

Poeira Interestelar

Planetários do Brasil

Entrevista: Sylvio Ferraz-Mello

Editorial

A Revista Brasileira de Astronomia completa um ano de existência e isso nos enche de orgulho, ao mesmo tempo em que amplia as responsabilidades. Pois manter uma publicação científica como esta requer um compromisso de toda a comunidade astronômica brasileira, a começar pelos colaboradores que contribuem com seus textos. O resultado, esperamos, é uma importante vitrine do que os astrônomos brasileiros estão produzindo e em que áreas atuam.

Neste número inauguramos uma nova seção: uma série de entrevistas com cientistas de renome. E ninguém seria melhor para inaugurá-la do que o Prof. Sylvio Ferraz-Mello, uma testemunha privilegiada da história da astronomia brasileira, que ainda hoje, mesmo aposentado, orienta e leciona no Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Pretendemos trazer uma entrevista a cada dois números, aproximadamente. Como é de praxe não custa lembrar ao leitor que as posições dos entrevistados não necessariamente coincidem com as da Comissão Editorial ou da Diretoria da SAB, e devem ser tomadas por seu valor testemunhal-opinativo.

Em 2018, quando iniciamos os planos para produzir essa revista, imaginamos que ela teria quatro artigos de quatro páginas cada um. Mas a realidade se impôs logo no primeiro número: quatro páginas por artigo eram muito pouco. E mesmo duplicando o tamanho de vários artigos, temos a impressão de que o tema frequentemente precisaria de um tratamento mais aprofundado. Eventualmente isso poderá apontar para rumos futuros que a Comissão Editorial terá de ponderar.

Helio J Rocha-Pinto
Editor

Esquerda
Impressão artística de Betelgeuse, criada com base nos melhores dados atuamente conhecidos sobre a estrela. A recente súbita diminuição de brilho de Betelgeuse levou à especulação de que a estrela estaria prester a explodir como uma supernova (Crédito: ESO/L. Calçada).
Capa
Aglomerado estelar NGC 3572 (Crédito: ESO/G. Beccari).

Revista Brasileira de Astronomia

produzida pela
Sociedade Astronômica Brasileira

Conselho Editorial Alan Alves Brito, Reinaldo Ramos de Carvalho, Lucimara Martins, Ramachrisna Teixeira, Thiago Signorini Gonçalves
Editor Helio J. Rocha-Pinto
Equipe de colaboradores Hélio Dotto Perottoni, Mylena Larrubia, Matheus Bernini Peron, Douglas Brambila dos Santos, Maria Luiza Ubaldo de Melo

Contato secsab@sab-astro.org.br
Para anunciar Fale com Rosana no email acima ou ligue (11) 3091-8684, Seg. a Sex. 10 às 16 h.
Para submissões
Contacte um membro do conselho editorial

Presidente
Reinaldo Ramos de Carvalho
Vice-Presidente
Helio J. Rocha-Pinto
Secretário-Geral
Ramachrisna Teixeira
Secretário
Alan Alves Brito
Tesoureira
Lucimara Martins
Endereço
Sociedade Astronômica Brasileira
Rua do Matão, 1226
05508-090 São Paulo – SP
http://www.sab-astro.org.br

4 **Aglomerados Estelares**
Alan Alves Brito discute as propriedades dos dois tipos clássicos de aglomerados estelares que a Via Láctea contém.

12 **Planetários do Brasil**
Esses espaços de ciência são excelentes promotores da cidadania cósmica, como nos mostram Daniela Pavani e Luana Cruz.

20 **Entrevista: Sylvio Ferraz-Mello**
Reinaldo Ramos de Carvalho entrevista um expoente da astronomia brasileira, o Prof. Sylvio Ferraz-Mello, do IAG/USP.

28 **Poeira de Estrelas**
Silvia Lorenz e Rayssa Bastos levam-nos ao meio interestelar para entender como os grãos de poeira espacial são formados e qual é sua importância na Galáxia.

36 **A campanha NomeieExoMundos**
Saiba como foi feita a campanha para nomear um planeta com nome brasileiro, neste relato de Eduardo Penteado e Helio J. Rocha-Pinto

Aglomerados Estelares

Os aglomerados estelares são laboratórios astrofísicos ideais para se entender a formação e evolução das galáxias que os hospedam, bem como para descrever os processos (astro)físicos relacionados à formação (nascimento), evolução e morte das estrelas. Leia e saiba mais abaixo.

Nossa galáxia, a Via Láctea, uma galáxia espiral, formou-se há aproximadamente 12 bilhões de anos. Ela não é a única no Universo. Suspeita-se que existam pelo menos 200 a 400 bilhões de galáxias, que apresentam formas e características intrínsecas variadas. Neste "zoológico" de galáxias, há, na nossa galáxia, pelo menos de 200 a 400 bilhões de estrelas, que nascem de nuvens moleculares frias, densas e gigantes, formadas por gás e poeira.

Já vimos no número 1 desta Revista, que a Via Láctea é composta por três componentes: halo, bojo e disco, os quais podem ser traçados por diferentes populações estelares. Entender como estas distintas componentes se formaram, compreendendo não apenas os processos astro(físicos),

Na página anterior
Aglomerado Terzian 5, situado no bojo galáctico (Crédito: NASA/ESA/Hubble/F. Ferraro)

mas também a sequência de eventos, é uma das grandes perguntas da Astrofísica contemporânea. Neste sentido, os aglomerados estelares, que são traçadores naturais destas distintas componentes galácticas, desenvolvem papel fundamental. Do ponto de vista técnico, os aglomerados estelares são estudados usando diferentes metodologias, sendo fotometria (contagem de fótons), espectroscopia (análise das frequências da luz) e astrometria (posição e movimento) as técnicas mais comuns.

As estrelas, como nós, são sociáveis; não gostam de estar sozinhas. No geral, os **berçários estelares** (isto é, as nuvens moleculares) dão origem a diferentes estrelas, com diferentes massas e tamanhos, de uma só vez. Por contagem de estrelas — e fazemos isso relativamente bem e fácil para a Via Láctea —, sabemos que a grande maioria delas (de 60 a 80%) não está só, ou seja, estas estrelas não vivem isoladas, mas sim formam sistemas duplos, triplos, associações (de até dezenas de estrelas) ou aglomerações (de centenas a centenas de milhares de estrelas).

Em primeira aproximação, os aglomerados estelares são particularmente importantes para a Astrofísica por duas razões principais:

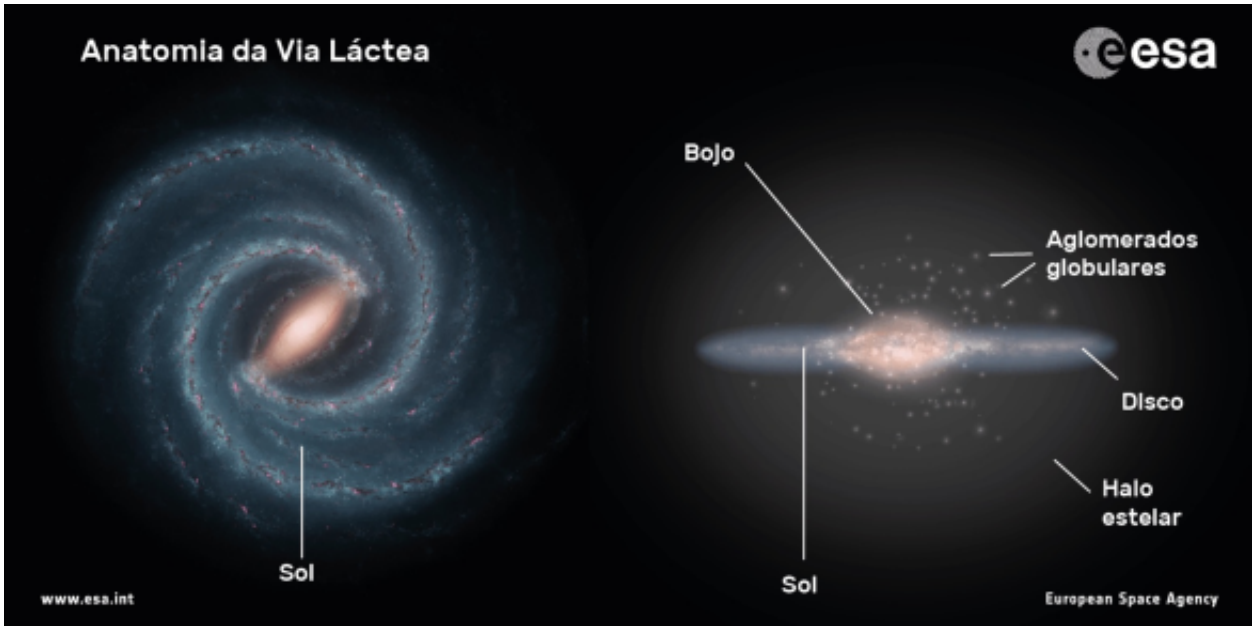
• Suas estrelas estão à mesma distância de nós;

• e são formadas juntas, no mesmo berçário estelar, em aproximadamente a mesma escala de tempo e com a mesma composição química, a que chamamos de **metalicidade**.

Caracterização

Os aglomerados estelares da Via Láctea são de dois tipos: abertos e globulares. Estes objetos se diferenciam por tamanho, morfologia, distribuição numérica, densidade, localização, cor das estrelas, idade, velocidades e composição química.

Enquanto os *aglomerados aber-*



Acima
Anatomia da Via Láctea. A distância do Sol ao centro Galáctico é cerca de 30 mil anos-luz (Crédito: ESA).

tos são traçadores do disco da nossa galáxia, os *aglomerados globulares* são encontrados no halo e no bojo, estruturas alguns bilhões de anos mais velhas que o disco.

Essa localização não é aleatória. Deve-se lembrar que é no disco da Via Láctea que se encontra uma grande quantidade de gás e poeira, material indispensável para a formação de estrelas. Por isso mesmo, as estrelas dos aglomerados abertos são jovens, mais massivas (por isso vivem em média alguns milhões de anos) e quentes (portanto, azuladas); enquanto as estrelas dos aglomerados globulares têm menor massa (e assim vivem mais, algo como bilhões de anos) e são frias (isto é, avermelhadas) em relação, por exemplo, ao Sol, uma estrela de referência.

Você sabia?

• Em Astronomia, denominamos *metais* todos os elementos químicos estáveis da tabela periódica, com exceção do hidrogênio e hélio. O termo *metalicidade* implica uma medida da composição química de um certo ambiente ou objeto astrofísico estudado, dada pela soma dos metais. A metalicidade [Fe/H] do Sol, por exemplo, é zero, por convenção. Matematicamente, $[Fe/H]_{sol} = 0$, o que implica uma medida logarítmica da quantidade de ferro (que é o metal mais representativo entre os metais estudados) em relação ao hidrogênio (que é o elemento químico mais abundante no Universo).

• $[Fe/H] = \log_{10}(Fe/H)_{estrela} - \log_{10}(Fe/H)_{sol}$. Isso significa que um objeto com [Fe/H] = –2.0 é 100 vezes mais pobre em metais do que o Sol. Para comparação, um dos objetos mais pobres em metais encontrados no halo da Via Láctea, até o momento, tem [Fe/H] aproximadamente igual a –7.0.

• 1 ano-luz é a distância que a luz atravessa no vácuo em um ano juliano, ou seja, 9,46 trilhões de quilômetros.

Em termos numéricos, estima-se a existência de pelo menos 2 mil aglomerados abertos e cerca de 150 aglomerados globulares na Via Láctea, em que suas estrelas estão fracamente (abertos) ou fortemente (globulares) ligadas gravitacionalmente. Os aglomerados globulares são encontrados em todos os tipos morfológicos de galáxias estudadas até o momento. Os aglomerados abertos, por sua vez, são morfologicamente mais dispersos, formados por centenas a milhares de estrelas concentradas numa região cujo diâmetro chega a até 30 anos-luz. Os globulares, poeticamente vistos como "enxames de abelhas", são morfologicamente esferoidais, compostos por milhões de estrelas distribuídas numa região com 60 a 150 anos-luz de diâmetro; são, ainda, extremamente densos, sobretudo nas regiões mais centrais, quando comparados aos abertos.

Do ponto de vista cinemático, as estrelas dos diferentes aglomerados apresentam, em média e dentro das incertezas, a mesma velocidade, cuja componente radial pode ser facilmente obtida a partir da análise dos espectros das estrelas, por meio do Efeito Doppler. A obtenção da velocidade total das estrelas dos aglomerados é muito importante para fins estatísticos — por ex., para a confirmação da pertinência de estrelas individuais aos aglomerados, bem como para a descrição dinâmica das componentes galácticas que os hospedam. Dinamicamente, os aglomerados jovens são facilmente desagregados pelas *forças de maré galácticas*. Elas recebem este nome porque são da mesma natureza da força que explica as marés na Terra por conta da interação Sol–Terra–Lua.

Acima
Aglomerado aberto das Plêiades (Messier 45), na constelação do Touro. Pode ser visto a olho nu. Nota-se a grande quantidade de estrelas azuis, um indicativo que o aglomerado não é mais velho do que 100 milhões de anos. Seu diâmetro é um pouco maior que 11 anos-luz (Crédito: Hubble Space Telescope).

Em se tratando de metalicidade, fundamentais para o estudo das taxas de formação estelar e histórico de enriquecimento químico dos aglomerados e da pró-

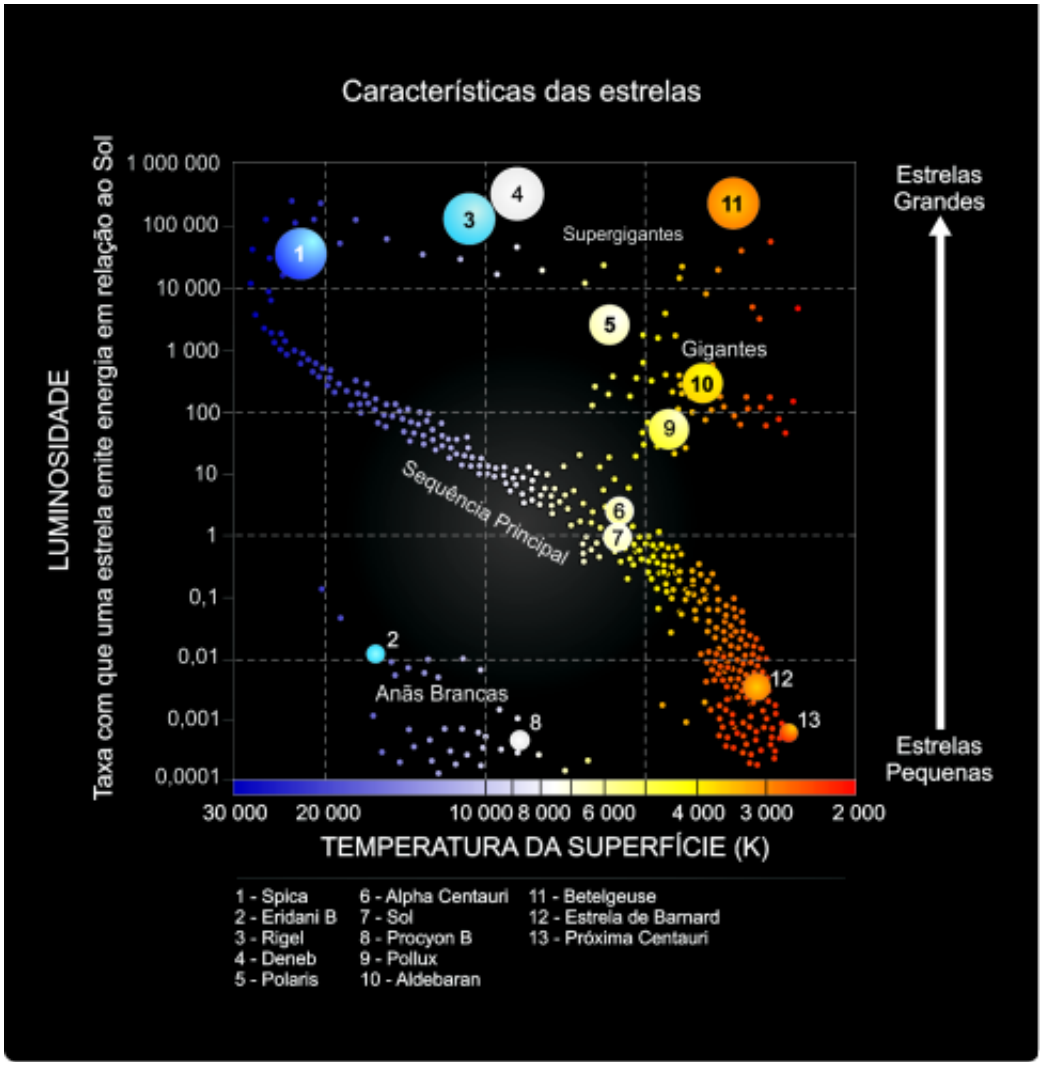
O Efeito Doppler

Um exemplo diário do Efeito Doppler é o caso de uma ambulância com a sirene ligada, durante a aproximação ou afastamento de um observador. Nota-se uma variação na frequência sonora emitida pela fonte percebida por um observador quando há movimento relativo entre eles.

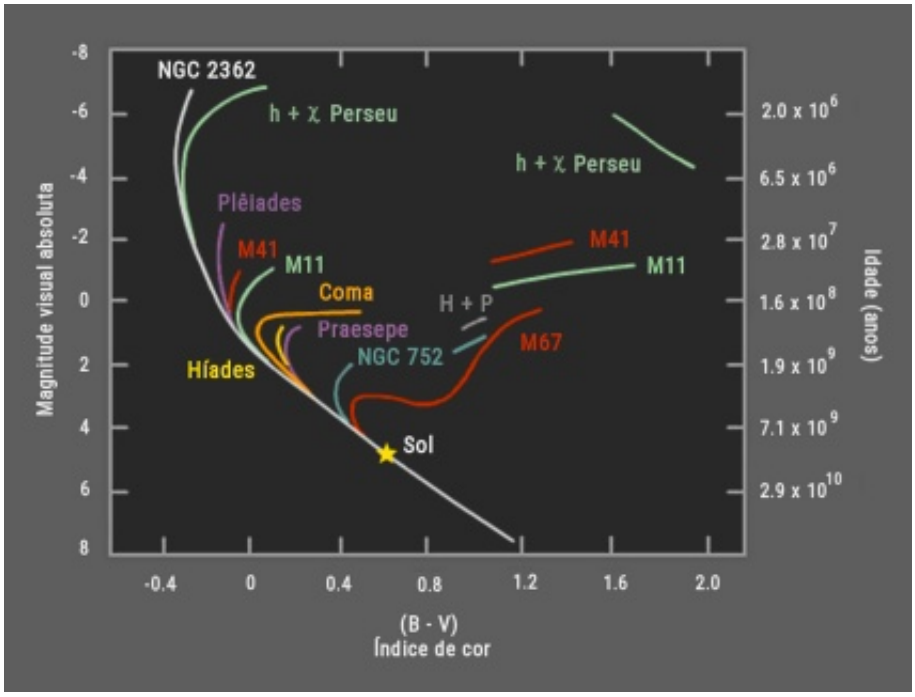
pria Via Láctea, os globulares variam entre –2.5 < [Fe/H] < +0.5, enquanto os abertos admitem valores entre -0.5 < [Fe/H] < 0.5, isto é, os aglomerados globulares são mais pobres em metais do que os abertos.

O Diagrama HR dos aglomerados estelares

Abaixo vemos um dos diagramas mais importantes da Astrofísica contemporânea, o Diagrama HR (Hertzsprung–Russell), assim denominado em homenagem a Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e Henry Norris Russell (1877-1957) que, de forma independente, estabeleceram em 1910 as bases para se entender, do ponto de vista observacional e teórico, como se dá a evolução das estrelas. Nele, nota-se como as estrelas em diferentes estágios evolutivos (Sequência Principal, Gigantes, Supergigantes e Anãs Brancas) se distribuem num conjunto de parâmetros como luminosidade (em



Abaixo
Representação do Diagrama HR. A espessura da Sequência Principal, em que as estrelas passam 90% da vida convertendo hidrogênio em hélio no núcleo, é devido a que estrelas de diferentes idades estão saindo dela em diferentes pontos (Crédito: Kepler de Souza Oliveira Filho & Maria de Fátima Oliveira Saraiva).



Ao lado
Diagrama HR para vários aglomerados abertos. No eixo das ordenadas temos a magnitude absoluta (à esquerda) e a idade (à direita) em que as estrelas têm quando saem da Sequência Principal. É desta forma, localizando a estrela no ponto de virada (saída da Sequência Principal), que determinamos a idade dos aglomerados. No eixo das abscissas, temos o índice de cor, que é uma medida da temperatura; quanto menor este índice, mais azulado é o objeto (Crédito: Mike Guidry, University of Tennessee).

termos da luminosidade do Sol, equivalente à magnitude absoluta) e temperatura superficial. Cada estágio evolutivo está relacionado às transformações químicas que acontecem no núcleo das estrelas que vai variar de estrela para estrela, dependendo da massa e da composição química iniciais. São, assim, verdadeiros "retratos de família" destes objetos.

Ao lado, temos uma figura que representa o "retrato de família" de vários aglomerados abertos. Nota-se, também, pelo gráfico, que uma grande maioria das estrelas em aglomerados abertos está na Sequência Principal e, portanto, estes objetos são jovens. O aglomerado M67 tem, dentro das incertezas, idade e metalicidade muito parecidas às do Sol, o qual tem a idade de 4.5 bilhões de anos e [Fe/H] = 0.

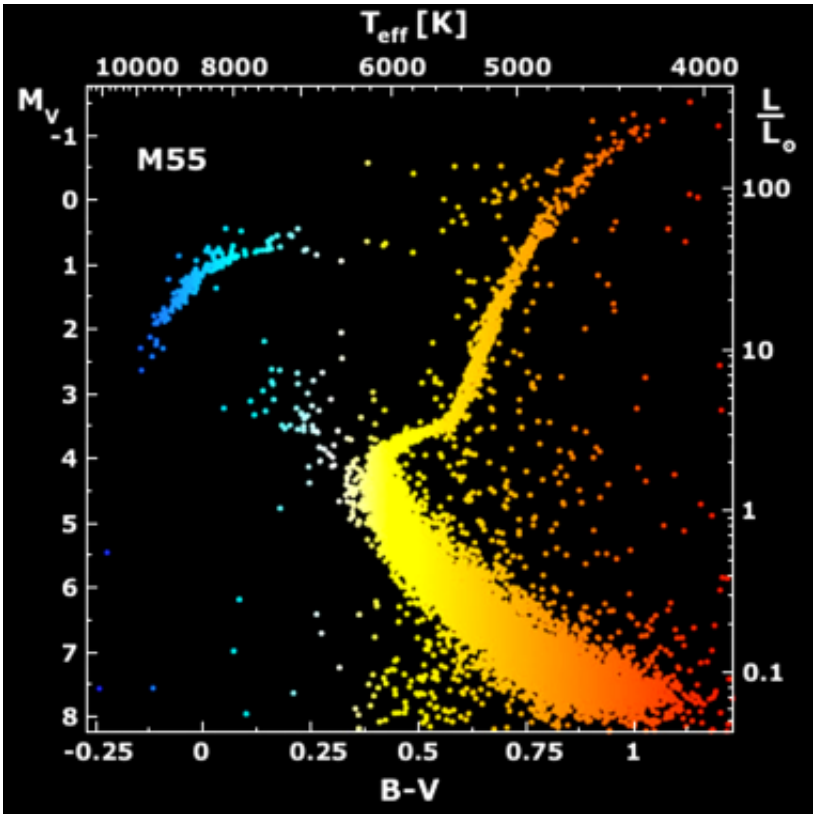
Os Diagramas HR dos aglomerados globulares, por sua vez, são distintos. Tomemos, por exemplo, o Diagrama HR do aglomerado globular M 55, que pode ser visto mais adiante neste artigo. M 55 possui [Fe/H] = –1.94 e está localizado no halo da Via Láctea. Cada ponto no gráfico representa a magnitude absoluta (isto é, a luminosidade) e a temperatura superficial de uma estrela individual. Como se pode notar na imagem, grande parte da metade superior da Sequência Principal do aglomerado já evoluiu para o Ramo das Gigantes. Nessa etapa da vida estelar, há fusão de hélio no núcleo e fusão de hidrogênio numa casca imediatamente acima. Como no caso dos aglomerados abertos, com base na determinação da massa das estrelas no pon-

to de virada (saída da Sequência Principal) dos globulares, pode-se obter a idade destes aglomerados que, em média, são velhos (têm de 10 a 12 bilhões de anos), contrariamente aos globulares de outras galáxias, que podem apresentar alto grau de variação nas idades (jovens, idades intermediárias e velhos).

Os Diagramas HR dos aglomerados estelares podem ser construídos observacional e teoricamente, bem como por meio de simulações computacionais que vão levar em conta resultados e vínculos observacionais e teóricos. No entanto, esta história não é tão simples assim. Sabe-se, do ponto de vista químico, por mais de quatro décadas e, do ponto de vista fotométrico, por quase duas décadas, que os globulares, ao contrário do que se imaginava por anos, não representam o melhor exemplo de uma população estelar simples. Ou seja, a premissa que usamos no início deste artigo precisa ser revisada: sabemos hoje que os globulares, com raras exceções, apresentam múltiplas populações estelares, que apresentam variadas idades e composições químicas, o que se constitui num dos maiores enigmas para a Astrofísica Estelar contemporânea. Estas observações trazem importantes implicações para o estudo da formação e evolução de estrelas, não apenas na Via Láctea, mas sobretudo em outras galáxias no Universo •

Alan Alves Brito
Univ. Fed. do Rio Grande do Sul
alan.brito@ufrgs.br

Abaixo
Aglomerado globular Messier 80, com idade de 12 bilhões de anos. A região central tem aproximadamente 15 anos-luz (Crédito: NASA/Hubble).



Ao lado
Diagrama HR do aglomerado globular Messier 55. Os eixos das ordenadas trazem a magnitude absoluta (à esquerda) e luminosidade das estrelas relativa à luminosidade do Sol (à direita). No eixo das abscissas, temos o índice de cor, uma medida da temperatura (Crédito: NASA).

Abaixo
Tabela descritiva das características comuns aos aglomerados estelares e exclusivas a cada classe de aglomerado.

Aglomerados Globulares	Características Comuns	Aglomerados Abertos
Milhares a milhões de estrelas ligadas fortemente por gravidade	Conjunto de estrelas ligadas gravitacionalmente	Centenas de estrelas ligadas fracamente por gravidade
Simetria esferoidal		Forma irregular
Muitas estrelas gigantes vermelhas e brilhantes		Muitas estrelas azuis brilhantes
Presentes em todos os tipos morfológicos de galáxias		Não estão presentes em todos os tipos de galáxias
Presentes no halo e no bojo	Todas as estrelas a uma mesma distância da Terra	Presentes nos braços espirais da Via Láctea
Estrelas velhas (> 10 bilhões de anos)	As cores das estrelas são indicadores de temperatura e idade	Majoritamente formados por estrelas jovens
Não há mais novos em formação na Via Láctea	Orbitam em torno do centro da Via láctea	Ainda há novos em formação no disco da Via Láctea
Não são mais exemplo de população estelar simples		Seguem como exemplo canônico de população estelar simples

Planetários do Brasil

Há quase um século, os planetários começaram a instalar-se pelo mundo, possibilitando a observação de estrelas e planetas a qualquer hora do dia. Você já fez está viagem? Você já pensou em trabalhar em um Planetário?

Lá fora o Sol pode estar alto num céu com ou sem nuvens, ou mesmo pode ser uma noite carregada de nuvens que derramam gotas e mais gotas de chuva, mas, mesmo assim, você pode estar sob um céu repleto de estrelas, viajando por entre os planetas, descobrindo finalmente como é o desenho das constelações da cultura estelar Ocidental e até mesmo Maia, Tucano ou Tupi-Guarani. Ainda é possível que você esteja navegando pelos primeiros momentos do surgimento do Universo. Neste lugar onde a noite é absoluta, você também pode descobrir que mesmo de dia os astros fazem seu

balé celeste — e você pode acompanhar! Em mais de uma centena de planetários espalhados pelo país podemos viajar pelo Cosmos a qualquer hora do dia ou da noite. Você já fez esta viagem?

História

Há quase 100 anos, mais precisamente em agosto de 1923, em uma cúpula de 16 metros de diâmetro na cidade de Jena, Alemanha, a luz das estrelas foi pela primeira vez projetada de forma artificial, com o propósito de simular o céu e seus movimentos para o público em geral. Para que a primeira estrela brilhasse e planetários começassem a ganhar o mundo foi necessário superarmos os obstáculos causados por duas guerras mundiais. A Primeira Guerra Mundial (1914-1918) se colocou entre a ideia de um novo tipo de planetário e "a primeira luz" de uma projeção artificial do céu em imersão, resultado de anos de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias pela empresa Carl Zeiss.

Tudo começou em 1913 quando Oscar Von Miller, fundador do *Deutscher Museum*, em Munique, teve a ideia de construir um equipamento que pudesse reproduzir os movimentos no céu do Sol, da Lua e dos planetas sobre o das estrelas. Ele, então, discutiu com Carl Zeiss sobre a possibilidade de construir esse tipo de simulador. Mas com o início da Primeira Guerra Mundial, em 1914, o projeto teve de ser adiado. Porém, já em 1919, um ano após o final da guerra, os engenheiros e equipe da Zeiss apresentaram um novo design para um planetário de projeção! Após a primeira exibição em Jena, sede da Zeiss, o planetário foi instalado no *Deutscher Museum* e o espanto e a admiração que causaram resultou em pelo menos 25 planetários instalados pelo mundo até o início da Segunda Guerra Mundial, em 1939.

Os primeiros modelos eram sistemas óptico-mecânicos, que ainda seguem sendo utilizados: uma câmara escura ou câmara de orifício, que em seu interior possui uma fonte luminosa quase puntiforme, emite luz que passa através de uma máscara perfurada. Os orifícios nas máscaras não estão distribuídos aleatoriamente,

Acima
À esquerda, vemos a cúpula construída no telhado da empresa Zeiss, em Jena, e o público que se dirige para assistir uma das primeiras sessões do planetário em 1924. À direita, temos uma imagem do *Zeiss-Planetarium* de Jena, em 1926. Este é mais antigo Planetário em operação contínua no mundo, tendo sido inaugurado em 18 julho de 1926. (Crédito: Zeiss, WikiCommons).

Na página anterior
Projetor Spacemaster do Planetário da UFRGS Prof. José Baptista Pereira, inaugurado em 11 de novembro de 1972 e ainda em atividade (Crédito: Acervo do Planetário da UFRGS).

Acima
À esquerda, Projetor Spacemaster do Planetário da UFRGS Prof. José Baptista Pereira; à direita, imagem do panorama de Marte e das constelações produzidas por este equipamento (Crédito: Acervo do Planetário da UFRGS).

ao contrário, eles reproduzem a posição das estrelas no céu. Soma-se a este equipamento principal um conjunto de projetores auxiliares e motores que permitem a projeção e a reprodução do movimento de planetas, do Sol e da Lua. Projeções de imagens passaram a ser incorporadas às sessões de planetário, com o avanço das pesquisas em Astrofísica e a obtenção de imagens de telescópios em Terra e em órbita.

Atualmente, com o desenvolvimento da fibra óptica e dos computadores, há uma variedade de equipamentos sendo produzidos, inclusive no Brasil. Os planetários digitais proporcionam que filmes sejam produzidos e compartilhados internacionalmente. Além disso, permitem que as incríveis imagens obtidas pelos telescópios modernos e simulações resultantes do que conhecemos hoje sobre o Universo sejam rapidamente incorporadas às projeções *fulldome* — como são denominados esses filmes digitais para telas semiesféricas. Para ter uma ideia sobre o que estou falando, basta acessar a página do European Southern Observatory (ESO) dedicada à distribuição gratuita de material para Planetários. Aproveite também para navegar na página em português do ESO, que traz notícias sobre resultados de pesquisas, vídeos e imagens fantásticas!

Sabe outra coisa muito importante que os equipamentos digitais permitem? Como a projeção de sessões com equipamentos óptico-mecânicos necessita que a cúpula esteja totalmente escurecida, é possível produzir uma sessão com audiodescrição para pessoas cegas, mas não é muito fácil conseguir produzir uma sessão em Libras. Com o surgimento dos equipamentos digitais, os Planetários passaram produzir filmes *fulldome* também em Libras. Como exemplo temos a sessão “Astronomia Indígena com Libras”, produzida pelo Planetário do Espaço do Conhecimento ligado à UFMG.

Planetários Brasileiros

Você já foi a um Planetário? Um levantamento realizado em 2013 apontou a existência de mais de 3400 Planetários instalados em todo o mundo. No *site* da Associação Brasileira de Planetários é possível conhecer um pouco mais sobre estes espaços no país e navegar na lista de 83 planetários lá cadastrados. Você já deve ter percebido que este artigo traz a palavra "planetário" ora escrita com a primeira letra minúscula, ora com a primeira letra maiúscula. Isto é para diferenciar os projetores de estrelas que simulam o céu (letra minúscula) dos locais que possuem este equipamento, recebendo o público e desenvolvendo várias atividades (letra maiúscula).

Em uma pesquisa recente realizada por Marcelo Cavalcanti Silveira na internet, em sites específicos, correio eletrônico e ligações telefônicas, no contexto de pesquisa para sua dissertação de mestrado, e atualizados por mim, foram encontrados 154 planetários distribuídos em todo o país. O primeiro planetário no país foi instalado em São Paulo em 1957, por iniciativa da Associação de Astrônomos Amadores (AAA-SP) sob a liderança do Prof. Aristóteles Orsini. Na sequência, em 1961, foi instalado um equipamento da empresa estadunidense Spitz, na Escola Naval (RJ). De dois planetários instalados no país passaríamos a dez, fruto do chamado *Acordo do Café*. Este foi um acordo entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) com a República Democrática Alemã (RDA) que resultou da troca de parte da dívida que a Alemanha Oriental possuía com o Brasil por dez planetários (seis modelos *Spacemaster*, dois *ZKP-1* e dois *ZKP-2*). Este acordo aconteceu graças a atuação do reitor da UFSM, Prof. José Mariano da Rocha Filho, e incluiu também equipamentos científicos que equiparam a UFSM e UFRGS. Os primeiros destes planetários foram instalados na UFG e na cidade do Rio de Janeiro, em 1970. Posteriormente, com prioridade dada às universidades federais, oito cidades receberam os equipamentos restantes: UFSC/-Florianópolis e UFSM/Santa Maria (1971), UFRGS/Porto Alegre (1972), Brasília (1974), Curitiba (1978), João Pessoa (1982), Campinas (1987) e UFES/Vitória (1995). Todos estes Planetários seguem em atividade; alguns trocaram seu equipamento original, alguns adaptaram e há ainda os que mantém o equipamento original. Você pode en-

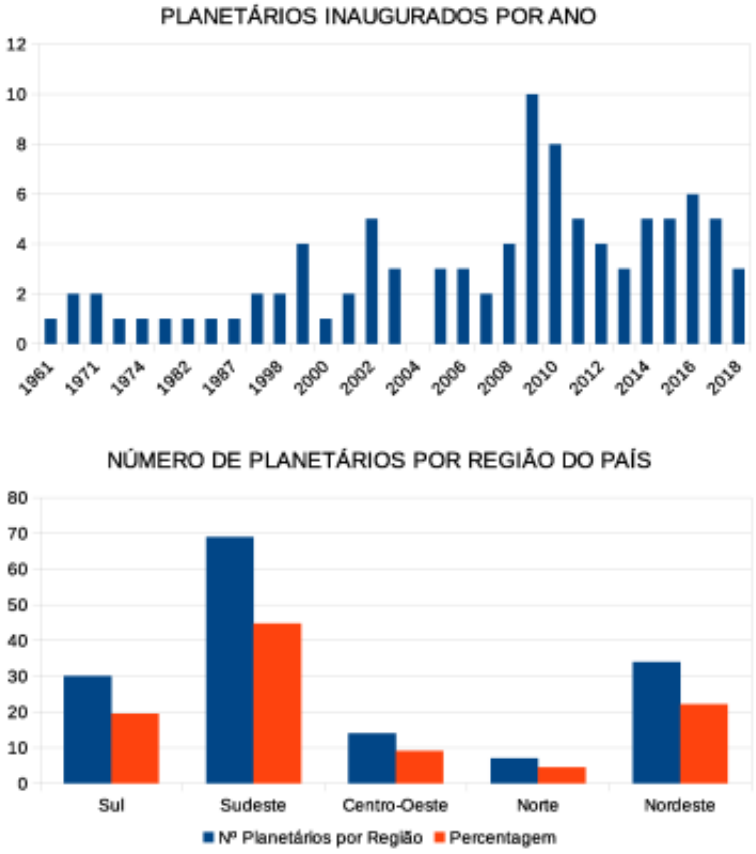
Para saber mais

Fique de olho nos seguintes sites:

Materiais do ESO para planetários:
https://supernova.eso.org/for-planetariums/

Associação Brasileira de Planetários:
https://planetarios.org.br/planetarios-do-brasil/

História da Astronomia no Brasil:
http://site.mast.br/HAB2013/index.html



Acima
O gráfico superior mostra o número de novos planetários por ano no período entre 1957 a 2018. Vemos que a partir de 2009, Ano Internacional da Astronomia, o crescimento foi maior. Aproximadamente 75% destes Planetários são itinerantes (móvel) e 25% são fixos. O gráfico inferior apresenta o número e percentagem de planetários por região do país. Fonte: levantamento realizado pela autora.

contrar detalhes de como tudo isto aconteceu no segundo volume do livro *História da Astronomia no Brasil*, publicado em 2013, sob a coordenação de Oscar Matsuura.

Temos Planetários em todas as regiões do país, porém a distribuição deles é desigual. A Região Sudeste sedia 45% destes espaços, enquanto a Região Norte sedia menos de 10% deles. Em preparação ao Ano Internacional da Astronomia (2009), a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) buscou apoio do governo, por meio do lançamento de editais do então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e CNPq, para financiar propostas que tivessem como foco a divulgação científica através da Astronomia. Segundo o relatório final da União Astronômica Internacional (IAU), o Brasil teve um orçamento equivalente a 2 milhões de euros, que proporcionaram a organização de atividades que atingiram 2.2 milhões de pessoas, em mais de 1600 eventos em todo o país. Parte desse recurso foi utilizado para a aquisição de equipamentos de projeção para Planetários fixos e móveis. Sim, além de prédios com suas cúpulas, a versão itinerante é bastante utilizada no país. Nosso levantamento resultou que aproximadamente 75% dos planetários são do tipo móvel, ou seja, que se deslocam até o público para realizar as atividades. Nesta lista incluem-se Planetários que possuem as duas modalidades de equipamento (móvel e fixo). Se acompanharmos o número de planetários que entraram em operação no país entre 1957 e 2018, é possível perceber que entre 1957 e 2008 foi inaugurado basicamente um planetário por ano. A partir de 2009, quando 10 novos Planetários foram inaugurados, os anos de menor atividade viram pelo menos 3 planetários entrando em operação.

Profissão: Planetarista

Você já pensou em trabalhar em um Planetário? Pra quem ainda está escolhendo qual profissão seguir, seja através de um

curso técnico ou superior, os Planetários são uma opção incrível. Se você gosta de Astronomia e pensa em cursar algum dos bacharelados em Astronomia e Astrofísica que existem no país, já poderá durante o curso atuar em um desses locais como voluntário, estagiando ou mesmo recebendo uma bolsa de Extensão ou Iniciação Científica. Dos Planetários que listamos aqui 38% pertencem a universidades ou institutos federais. Depois de formado, este é um bom mercado de trabalho, pois ainda são poucos Planetários no Brasil que contam com astrônomas ou astrônomos em suas equipes. Embora esses espaços possam trabalhar com todos os campos do conhecimento de forma direta ou indireta, os planetários foram desenhados para proporcionar uma imersão no Universo. Mas se você prestou atenção neste texto, já teve uma pista que quando falamos de Planetários estamos falando de história, de política, de divulgação científica. Por isto, Planetários são espaços que deveriam congregar equipes multidisciplinares, para dar conta de tudo que podemos realizar através deles. Neste quesito, os Planetários ligados a universidades e institutos federais têm um grande diferencial, pois estão dentro de instituições que reúnem várias áreas do conhecimento e podem explorar ao máximo as conexões disciplinares e transdisciplinares destes espaços.

Um exemplo disso é o Planetário da UFRGS Prof. José Baptista Pereira. Nele, uma equipe de nove graduandos e graduandas, das áreas de Astrofísica, licenciaturas (Física, Biologia), Artes Visuais, Ciências Sociais, Jornalismo, Geologia e Matemática, atua sob orientação de servidores técnicos e docentes da Universidade, realizando diferentes projetos. Além das sessões para escolares, nas cúpulas fixa e itinerante, e sessões públicas, são realizados cursos de Extensão sobre reconhecimento do céu, divulgação em Astrofísica

Abaixo
Atividades desenvolvidas pelo Planetário da UFRGS.
1. Experimentos de baixo custo para discussão de fenômenos astronômicos como as fases da Lua, o movimento de translação da Terra em torno do Sol e os eclipses solares.
2. Aniversário do Planetário da UFRGS, apresentação de dança de crianças de um comunidade quilombola.

Acima
Roda de conversa com indígenas e quilombas sobre suas conexões com a natureza e as estações do ano. A atividade integrou a Celebração Intercultural da Primavera de 2017, do Planetário da UFRGS (Crédito: Acervo do Planetário da UFRGS).

(em colaboração com o Departamento de Astronomia do IF/UFRGS), cursos de EAD para professores, projetos de interação com comunidades indígenas e quilombolas, ações de promoção das ciências para meninas, parcerias com escolas para qualificação do Ensino de Ciências, *shows* musicais, hora do conto, oficinas e rodas de conversa sobre Astronomia, Música, Literatura, produção de programas para planetários, produção de material de divulgação científica e materiais inclusivos, estágios curriculares dos cursos de Museologia e Geografia (licenciatura e bacharelado). Todas estas ações são realizadas em colaborações com docentes e técnicos de diferentes unidades acadêmicas, proporcionando aos estudantes uma formação ampla, diversificada e cidadã.

Alguns dos Planetários sediados em instituições de ensino superior, além da cúpula fixa, possuem também (ou somente) projetos itinerantes como o da própria UFRGS. O Planetário Digital Móvel Barca dos Céus é um projeto do Grupo de Pesquisas em Ensino de Física e de Astronomia do Dept.o de Física da UFRN. Já o Instituto Federal do Acre inaugurou em 2016 seu planetário móvel e suas atividades atraem centenas de pessoas. O Planetário da Unipampa, além de uma programação incrível para escolas e público em geral, viaja pelos *campi* da Universidade complementando a formação em Astronomia de diversos cursos. Já o Planetário da Univates, além da divulgação científica, atua na pesquisa em

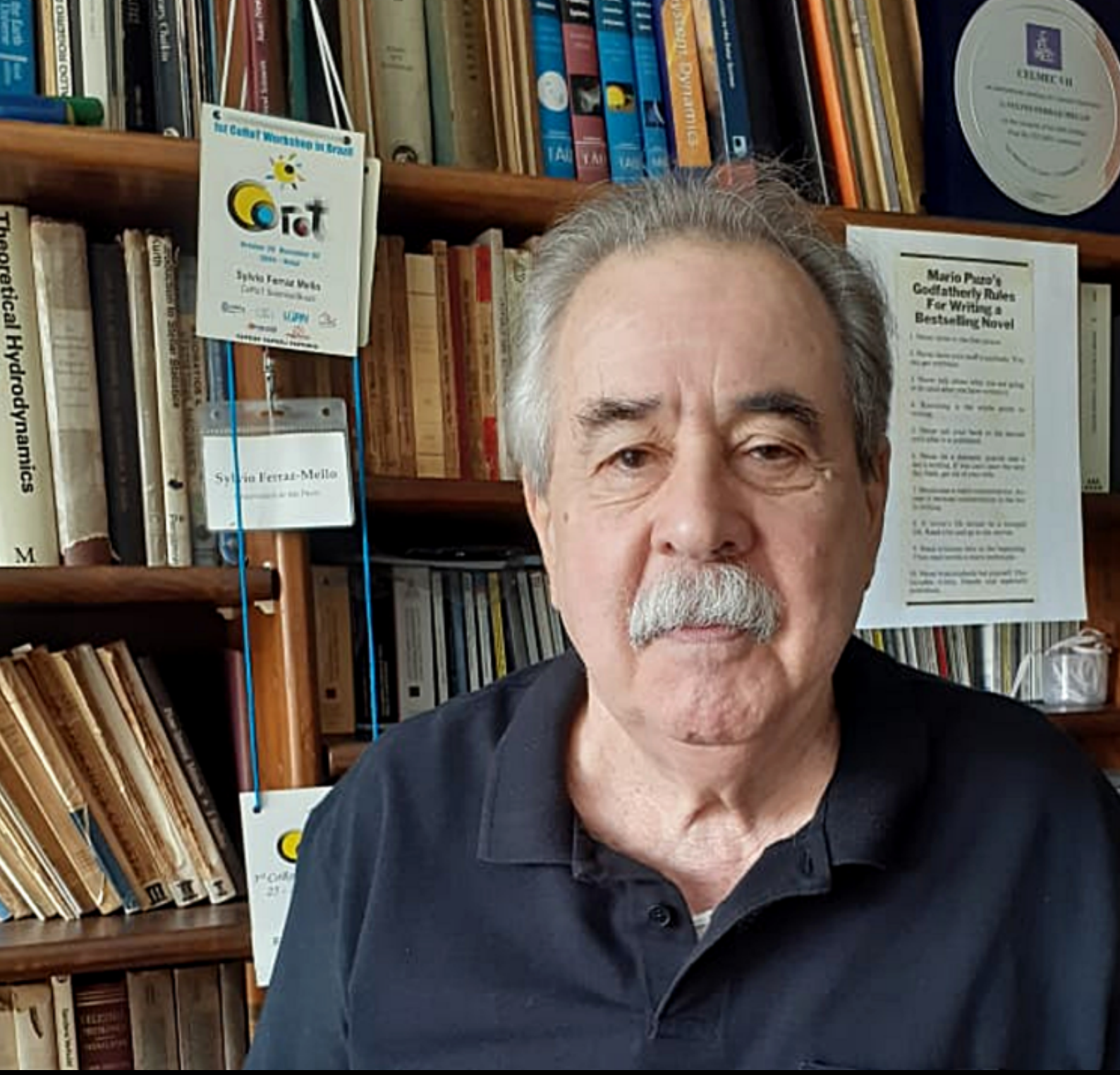
Ensino de Astronomia.

Muitos Planetários estão integrados a Museus ou Centro de Ciências públicos, como o Centro de Ciências e Planetário do Pará. Existem aqueles também ligados a instituições privadas que reúnem esta característica e ainda estão integrados a parques como o Centro de Estudos Digitais e Astronômicos Integrados (CEDAI) Jabuti, no Paraná, ou o Museu Aberto de Astronomia (MAAS). Há, ainda, lugares que possuem várias cúpulas fixas como a Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro; nesta configuração a visitação (ou trabalho) proporcionam também uma experiência única. A verdade é que faltariam páginas para contar um pouco que fosse do que cada Planetário no país tem realizado!

Então, que tal aproveitar a programação de férias de um Planetário próximo a você, ou um dos inúmeros cursos à distância por eles promovidos? Quem sabe além de viajar pelo Cosmos você não descobre que um desses espaços pode ser o seu lugar no mundo? •

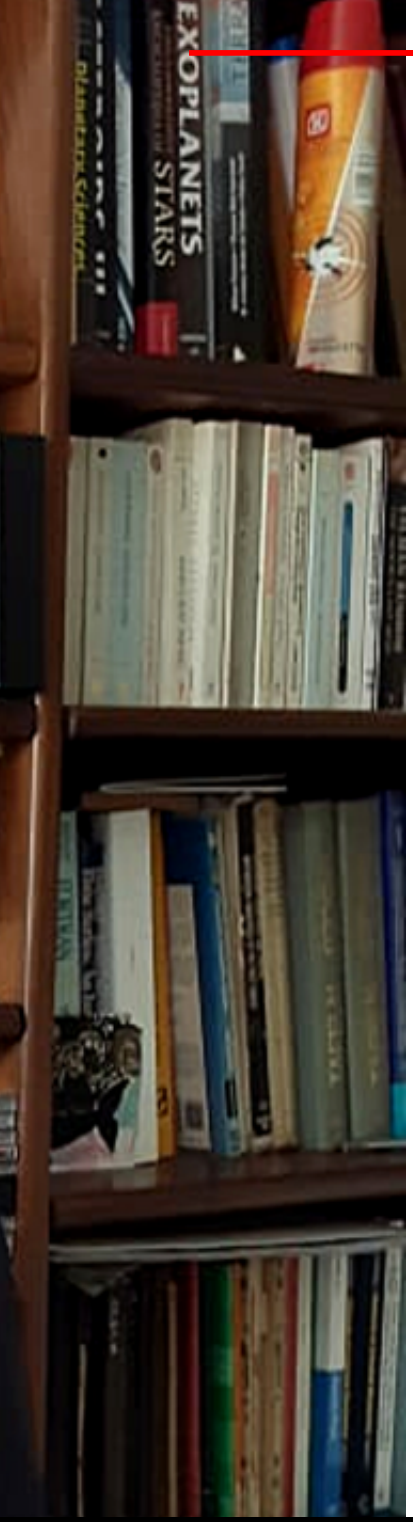
Daniela Pavani & Luana Cruz
Planet. Prof. José Baptista Pereira
dpavani@if.ufrgs.br

Abaixo
Observação do eclipse do Sol, em julho de 2019, na Usina do Gasometro/Porto Alegre. Está é uma das atividades do Projeto Selene, do Planetário da UFRGS (Crédito: Acervo do Planetário da UFRGS).



Entrevista

Sylvio Ferraz-M



Nesta edição, o entrevistado da RBA é o Prof. Sylvio Ferraz Mello.

Nascido em 26 de outubro de 1936, São Paulo (SP), Sylvio Ferraz-Mello é Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (1959) e Doutor em Ciências Matemáticas pela Académie de Paris/Sorbonne (1966), e atualmente Professor emérito da Universidade de São Paulo. Prof. Sylvio foi Editor-chefe da prestigiosa revista *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy* (Springer/Nature) de 2001 a 2017. Tem experiência na área de Astronomia, com ênfase em Dinâmica do Sistema Solar e Sistemas Planetários Extrassolares atuando principalmente nos seguintes temas: asteroides, ressonâncias, marés, caos e planetas extrassolares. A União Astronômica Internacional deu o nome *Ferraz-Mello* ao asteroide 1983 XF (5201) em reconhecimento ao importante trabalho desenvolvido pelo Prof. Sylvio ao longo das décadas de uma brilhante carreira. Recebeu em 2007 o titulo de Doutor Honoris Causa do Observatório de Paris e em 2015 ganhou o prêmio Brouwer da *American Astronomical Society/Division of Dynamical Astronomy*, pelos seus trabalhos em "avanços fundamentais na compreensão do papel das ressonâncias nas dinâmicas orbitais em sistemas solares; ele também contribuiu para o entendimento dos processos dissipativos na evolução de sistemas planetários" (segundo o comunicado da *American Astronomical Society*). Foi presidente da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP) e é membro da Academia Brasileira de Ciências (ABC).

A entrevista com o Prof. Sylvio foi realizada no dia 28 de novembro de 2019 às 14:00 em seu escritório no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (IAG/USP). Na ocasião tivemos a oportunidade de conversar e aprender sobre a vida e obra de um dos maiores cientistas brasileiros. Esperamos que os leitores da RBA, principalmente os mais jovens que pensam em seguir a carreira científica, leiam com atenção sobre como se forma um cientista. Prof. Sylvio, como iconoclasta que é, nos ensina que é possível ser cientista sem idolatrias.

ello

RBA: Você sempre pensou em ser cientista, ou foi algo que aconteceu ao longo da vida ?

Sylvio: Eu morava na periferia de São Paulo, onde naquela época nem se falava de ciência. Ciência? A gente nem sabia o que era isso. Eu morava na confluência de Tatuapé, Belém e Alto da Mooca conhecida como Quarta Parada. Ser professor era algo em que se pensava, mas cientista não. Veja bem como a época era diferente. Na zona leste a única escola pública que ia além dos primeiros anos do curso primário era a Padre Anchieta, escola normal no Brás, que era exclusiva para meninas. Estamos falando da época entre 1940 e 1950. Assim eu fui fazer o antigo curso ginasial no centro da cidade. O nome da escola prefiro não dizer, mas era muito ruim e de certa forma o aluno se tornou tão ruim quanto a escola. Enfim, isso para dizer que ser cientista não estava no meu horizonte naquela época. Em algum momento eu percebi que precisava fazer alguma coisa quanto ao meu futuro e basicamente forcei meu pai a me transferir para o Colégio Bandeirantes. Eu já estava no colegial (atual ensino médio). No Bandeirantes, sim, encontrei uma escola de alto nível e esses dois últimos anos do colegial foram os anos que mais trabalhei na minha vida. Mas o que foi fundamental para mim foi ter vivido em um tempo em que os pais se preocupavam com os filhos conferindo-lhes total prioridade. Ter sido criado por um pai e uma mãe, juntos e em harmonia, foi fundamental para a boa formação minha e de meu irmão.

RBA: Teve algum grande cientista que tenha sido seu "ídolo" cientifico na juventude, que tenha influenciado na tua decisão de ser cientista ?

Sylvio: Não tive nesta época inicial dos meus estudos nenhum ídolo científico. Meu primeiro mestre foi meu pai, que me ensinou a ler por volta dos meus 4 ou 5 anos de idade. Não lembro exatamente dos detalhes, sabe como é, as lembranças são difusas, mas lembro de ficar desenhando letras com as cascas enroladas de tomate na beira do prato. Aprender a ler nesta idade foi para mim, muito importante e influenciou o resto da minha vida. Me lembro quando acompanhava minha mãe às compras na quitanda e era chamado pelas pessoas a me exibir lendo as manchetes dos jornais que lá estavam para embrulhar verduras e frutas. Mas enfim, voltando ao assunto. Eu tive ótimos professores no Bandeirantes, em geral profissionais liberais que davam aula e seus cursos eram muito completos. No terceiro ano do colegial, nós estudamos em Física, o livro do professor Roberto Salmeron – Introdução à Eletricidade e ao Magnetismo. Estudamos o livro inteiro e fizemos muitos exercícios. Era trabalho duro e acabou que este livro me trouxe a atração pela ciência. Nesta mesma época encontrei um livro de divulgação chamado O Átomo, de Fritz Kahn, que era um médico alemão que escreveu vários livros de divulgação. Ou seja, não tive um ídolo científico, tudo surgiu da junção de estudar duro o livro de Física do Salmeron e ler o livro do Fritz Kahn. Isso sim me impulsionou para a ciência e então me decidi a ser Físico.

RBA: Nos diga brevemente sobre como foi sua formação, que professores foram marcantes na tua trajetória ?

Sylvio: Pois é, aí veio o curso de Física da USP. Devo dizer que a faculdade não foi bem o que eu esperava. Muito do que aprendi no Bandeirantes acabei esquecendo na faculdade! Na faculdade não se estudava. Fazia-se política dia

e noite e isso durou os dois primeiros anos do curso. Felizmente, depois mudou, e os últimos dois anos foram de muito trabalho. Tive alguns bons professores. Alguns deles lembro com grande prazer por que me ajudaram e muito. Inicialmente, Abrahão de Moraes, que me orientou nos primeiros anos da minha carreira. No segundo ano de Faculdade foi meu professor de Mecânica Racional. Sua didática era excepcional, e seu companheirismo também. No intervalo das aulas reunia-se com os alunos para um café no bar da esquina das ruas Maria Antonia e Dr. Vila Nova. Outro professor que me influenciou bastante foi Omar Catunda que publicou sete apostilas contendo todo o curso de Análise Matemática que eu li de cabo a rabo. Depois de formado ainda cursei dele uma disciplina sobre Equações Diferenciais Ordinárias. Graças aos cursos de Abrahão e Catunda, quando fui para a França fazer o meu doutoramento, meus colegas com frequência me consultavam quando tinham uma dúvida em matemática ou mecânica. Outros professores que foram muito importantes na minha formação foram: Walter de Camargo Schützer; Hans Stamreich e seus dois assistentes, Oswaldo Sala e Darwin Bassi; Oscar Sala; Luis de Queiroz Orsini e Rômulo Ribeiro Pieroni. Outros mereceriam ser citados, mas fecho a lista com Mario Schemberg que me deu a possibilidade de trabalhar no Departamento de Física depois que me formei.

RBA: Dentro deste cenário que voce descreve a faculdade naquela época, como você vê a discussão da Escola Sem Partido hoje em dia ?

Sylvio: Olha, se fossemos falar das histórias daquela época sobre o ambiente político no qual se vivia, ficaríamos aqui conversando até amanhã. Mas, para te situar, por exemplo, no Colégio Bandeirantes, o colega que sentava ao meu lado era filho de anarquistas espanhóis que tinham fugido da Espanha por causa da situação política por lá, e eu frequentava a casa dele. Os anarquistas organizavam sempre reuniões e conferências sobre temas diversos e eu participava sempre que podia. Olha, isto me ajudou muito na Faculdade de Filosofia pois quando organizações comunistas tentaram me cooptar, eu tive como me defender e dizer não (os anarquistas eram ferrenhos anticomunistas). Eu podia confrontar as ideias deles, e por isso fui respeitado. Escola com partido não é uma coisa recente. No tempo de estudante, fui membro do Partido Socialista. Perdi muito tempo da minha vida com participação política e hoje choro o tempo perdido. Mas isso faz parte da formação, paciência! Os primeiros anos da faculdade foram mais voltados à discussão política do que de estudo efetivo. Fui a congressos da UNE, da UEE, etc. Felizmente, quando estava no segundo ano da faculdade, o Prof. Abrahão de Moraes, que dava aula de Mecânica, me convidou pra trabalhar no IAG-USP, como técnico. Isso me afastou um pouco do ambiente altamente politizado da faculdade. Além disso, logo depois comecei a namorar e aí a vida mudou. Me casei antes de me formar. Voltei para os trilhos. Voltei para os meus objetivos. Os dois últimos anos da faculdade foram mais parecidos com o tempo de Bandeirantes, estudo sério e muito trabalho. É importante ter Escolas Sem Partido, mas o problema não está só no professor. Está sobretudo no ambien-

Para saber mais

Sylvio já publicou algumas de suas memórias em:

http://www.astro.iag.usp.br/~dinamica/abrahao.html
http://www.astro.iag.usp.br/%7Esylvio/aosmestres.htm

te criado para o proselitismo político. Por exemplo, na faculdade havia um ambiente plural de ideias, e este ambiente era usado para a formação de quadros pelos partidos políticos. Esta formação de quadros políticos não acontecia na sala de aula, mas no centro acadêmico, nas áreas de lazer, no bar da esquina onde íamos tomar café, ou seja, o ambiente é que era usado para o proselitismo e não o professor. Professores sempre falaram de política em sala de aula, e isso não é necessariamente um problema se não se caracterizar como doutrinação. Eu fiz o curso ginasial logo após o fim da ditadura de Getúlio Vargas e alguns professores tinham horror ao Getúlio, e falavam disso com frequência na sala de aula.

RBA: Como você vê a formação atual de físicos e astrônomos em relação à formação na tua época?

Sylvio: Não sei te responder esta pergunta porque não sei como anda o curso de Física na graduação hoje em dia. Não tenho contato com o Instituto de Física neste particular. Agora, posso te dizer que o meu curso naquela época foi muito deficiente. Se por um lado fiz um bom curso de Relatividade, não estudei nada de Mecânica Quântica, pois não tinha professor. Mas é interessante dizer que eu tive um curso da velha Física Quântica de Bohr e Sommerfeld, anterior à Mecânica Quântica, com o Hans Stamreich, que foi um curso excelente. Essa é uma longa história e esse curso foi muito importante mais tarde quando escrevi meu livro sobre Teoria de Perturbações.

RBA: Na tua opinião faz sentido ter dois cursos separados, de Física e de Astronomia?

Não, não faz. A importância maior da Astronomia está na Física. Astronomia é a ciência obrigatória da Física. A Astronomia abre as portas do Universo para a Física. Agora para entender esta Astronomia, tem de saber Física. E é tanta Física que se tem de ensinar para formar o Astrônomo que é melhor fazer o curso de Física. A Astronomia não é uma ciência boa para formar pessoas. Principalmente a Astronomia de hoje, que virou uma ciência fática; uma ciência de descobertas.

RBA: Qual foi o trabalho que deu mais prazer em fazer ?

Sylvio: Todos os trabalhos que fiz ao longo da minha carreira tiveram bons momentos. No entanto, o mais recente, sobre a teoria de marés planetárias tem sido o mais prazeroso. Tem sido um trabalho muito criativo, diria mesmo que mais criativo do que o trabalho que me deu o Prêmio Brouwer, pelo estudo de ressonâncias em asteroides. Nesta teoria de marés sinto que há mais invenção do que descoberta. Trabalhos que incluem invenção dão muito mais prazer do que trabalhos que significam somente descoberta. Ambos são importantes. Mas o processo de invenção tem mais adrenalina. Veja você que o trabalho começou numa viagem de avião, indo para um congresso em Natal, no Rio Grande do Norte.

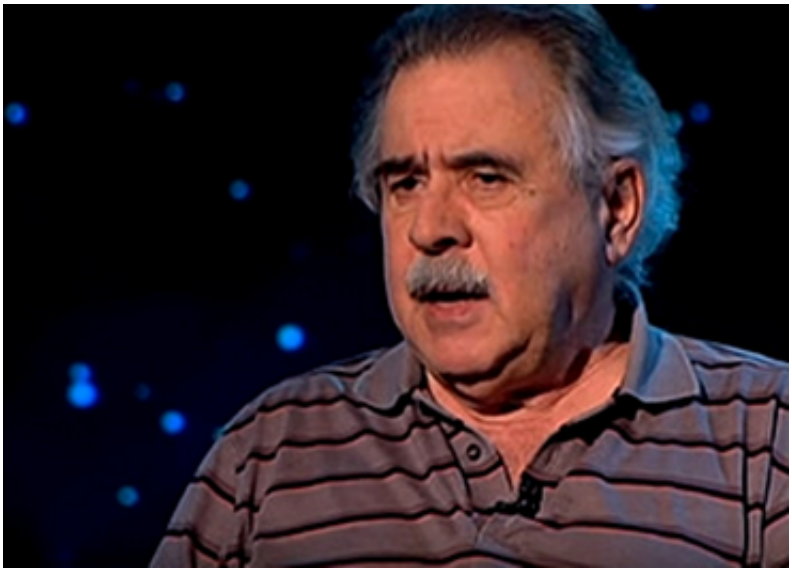
Estando no avião, sem nada o que fazer, comecei a pensar em contradições das teorias de marés existentes, que me atormentavam há mais de dois anos. Daí, escrevi uma primeira equação, e a coisa foi indo, e de repente eu não consegui mais parar de fazer aquilo. Cheguei a uma equação fundamental que parecia permitir uma nova abordagem da teoria (embora tenha visto depois que Newton já tinha escrito a mesma equação em estudos de hidrodinâmica). Isso me deu imenso prazer. Tanto prazer que faltei a algumas apresentações do congresso para ficar no hotel desenvolvendo a teoria. O trabalho criativo é assim, ele fica na tua cabeça o tempo todo. Não acredito em dádivas. As ideias criativas nascem do esforço continuado, de você estar ali pensando exaustiva e incessantemente sobre uma questão, talvez até obsessivamente, até que em algum momento as coisas se fecham e você resolve o problema. Estas ideias não vêm por acaso. Elas necessitam maturação. Por exemplo, a Astronomia moderna é uma ciência fática, ela descobre fatos incríveis, como matéria escura, por exemplo, cuja natureza desconhecemos totalmente. Para explicá-los, é preciso saber Física e ter uma atitude quase obsessiva de pensamento criativo. Tem muita gente pensando sobre a matéria escura hoje em dia. Uma hora dessas amadurece e alguém vai chegar à explicação.

RBA: Você prefere trabalhar sozinho ou em grupo ?

Sylvio: Eu não sei trabalhar em grupo. Talvez eu seja muito individualista. Inclusive agora que estou mais velho e não consigo trabalhar tanto... Mas não é uma questão de preferência, simplesmente não sei. Sei trabalhar com aluno, dar uma ideia e seguir o projeto, mas em grupo é difícil. Veja por exemplo o projeto CoRoT, que tinha uns 40 ou 50 colaboradores, incluindo os prêmios Nobel de Física de 2019, Michel Mayor e Didier Queloz. Tinha também gente que não fazia absolutamente nada. Nem mesmo sabia o que estava sendo feito. Não fizeram nada nunca. Participaram de algumas reuniões e ponto. Trabalhar em grupo é difícil. Em todos os trabalhos do CoRoT de que eu participei eu fiz alguma coisa. Estudei a evolução devida às marés em vários sistemas e para todos determinei, de modo independente, os parâmetros das órbitas a partir das observações de velocidade radial.

RBA: O Brasil vem tentando se associar ao ESO (European Southern Observatory). Qual sua opinião sobre isso ? Que impacto você acha que esta associação teria para a Astronomia Brasileira ?

Sylvio: Acho que a adesão do Brasil ao ESO mudaria a cara da comunidade astronômica brasileira. No Brasil, tudo começou com o teles-



cópio de Brasópolis no Sul de MG e isto mostrou como é importante ter acesso a telescópios. Melhor ainda se forem cada vez maiores e melhores. No período que estivemos associados ao ESO deu pra ver como a comunidade fez bom uso desta associação. Um trabalho do qual participei coordenado pelo Prof. Jorge Melendez é um exemplo típico. O fato de dispor de tempo no telescópio certo foi muito importante. Determinante mesmo. E não é só o tempo de telescópio, é também toda a estrutura que o ESO tem. Você lembra que quando tivemos aqui no IAG-USP aquela reunião de grande parte dos astrônomos da comunidade, onde a maioria expressiva apoiou a adesão, a despeito dos votos contrários de 3 ou 4 colegas, eu fiz uma brincadeira dizendo que depois da adesão ao ESO vem a *Champions League*! Claro que é uma brincadeira, mas dá a dimensão exata do que significa participar destes grandes empreendimentos. Já pensou os principais times de futebol brasileiros participando da *Champions League*? O mesmo vale para a Astronomia. A associação ao ESO pode propiciar um grande salto de qualidade da astronomia brasileira. A vantagem do ESO é que eles oferecem todo o tipo de observação. Há outros bons projetos, mas só o ESO dá a possibilidade de fazer observação em vários comprimentos de onda através do acesso a telescópios como VLT, o radiotelescópio ALMA, e no futuro o ELT.

RBA: Existem pelo menos duas maneiras de entender o desenvolvimento da ciência: uma onde a ciência progride através de quebras de paradigma (segundo Thomas Kuhn) e uma outra que diz que as mudanças ocorrem muito mais devido às transformações dos estilos de pensamento, que são resultado de um crescimento histórico e socialmente condicionado, formando um tecido entrelaçado pelo contato de seus representantes humanos (conforme Ludwik Fleck). Como você vê o progresso da ciência diante destas duas perspectivas ?

Sylvio: Olha, não conheço muito dessas coisas mas, por exemplo, Thomas Kuhn tem uma visão da ciência de alguém que está fora da ciência. Ele vê Einstein mas ele não vê Lorentz e Poincaré. Ele vê o Newton, mas ele não vê o Kepler e Tycho Brahe. Ele está fora da Ciência. Ele só vê quando algo espetacular é reportado. Mas ele não vê o processo de como se chegou à teoria sintética espetacular. Não estou dando uma opinião profunda sobre o assunto, o qual não conheço, mas apenas dizendo que certas ideias não me parecem corresponder à realidade. Talvez isso não esteja em suas ideias, mas na maneira em que são divulgadas por terceiros. Agora, o Ludwik Fleck era um bacteriologista, ele fazia ciência e me parece que suas ideias são muito próximas daquilo que percebo. As ideias de Fleck refletem melhor o que acontece na ciência — uma ideia aqui outra acolá e as coisas vão se incorporando ao conhecimento e à linguagem cientifica de maneira quase anônima, sequer revelando a origem exata da ideia.

RBA: Você acha que é preciso saber filosofia para fazer ciência ?

Sylvio: Seguramente não, pelo menos te digo que não sei Filosofia. Eu tive um professor de Filosofia no Colégio Bandeirantes que me influenciou muito a me tornar Físico. O Bandeirantes tinha uma visão pragmática das coisas. Então, se o aluno vai fazer Engenharia ou Medicina, vamos ensinar a ele uma Filosofia que faça sentido dentro daquilo que ele vai fazer

— ou seja, usavam o livro do Bertrand Russell como livro de Filosofia. Estudávamos Filosofia da Ciência. Depois a faculdade me atrapalhou. Veio me dizer que eu tinha que estudar Lenin. Li muito o Lenin e perdi meu tempo. Deveria ter continuado a ler o Russell.

RBA: O que você considera a maior revolução científica do século XX ?

Sylvio: Depois da revolução criada pelos trabalhos do Einstein, que foram excepcionais, é difícil imaginar outro. Como uma pessoa pode num espaço de tempo tão curto explicar o Efeito Fotoelétrico, o Movimento Browniano e ainda elaborar a Teoria da Relatividade. Absolutamente espetacular! Agora, tirando isso, considero que a grande revolução do século passado foi a datação usando isótopos radioativos, algo que ocorreu de maneira silenciosa e que ninguém comenta. Todos os processos evolutivos em Geologia e Biologia só puderam ser compreendidos com a Datação estabelecendo quando cada um ocorreu. Você vai no *Grand Canyon* e vê a estratificação dos arenitos. A datação nos conta que as camadas mais profundas foram formadas há 1 bilhão de anos! E como nos sabemos hoje que o Sistema Solar se formou há 4.57 bilhões de anos? Pela datação dos meteoritos! A datação é importante porque ela organiza os fatos que conhecemos sobre o mundo, quando aconteceu e quanto tempo levou para acontecer. Infelizmente, a datação não recebeu dos divulgadores da ciência a atenção que mereceria e os filósofos de hoje em dia não percebem a relevância da datação nas muitas revoluções científicas do século XX.

RBA: Alguma palavra final para aqueles que estão iniciando na carreira ?

Sylvio: Olha, antes de mais nada uma formação sólida é fundamental. Tive alguns pontos altos na minha formação que coloquei em destaque no início da entrevista, em particular no colegial e nos últimos anos da Faculdade. Foi ali que trabalhei duro. A natureza dos problemas encontrados em Astronomia precisa de muita Física e você não sabe hoje a Física que vai precisar amanhã — então tem que saber Física e saber antever que Física será necessária no futuro para resolver os problemas da Astronomia. Na hora que aparecem os problemas, você precisa estar preparado para saber fazer as associações necessárias com a Física conhecida •

Sylvio foi entrevistado por Reinaldo Ramos de Carvalho.

Poeira de Estrelas

O espaço entre as estrelas está longe de ser vazio. Inúmeras pequenas partículas podem ser encontradas aí, e elas costumam ser responsáveis por contrastes dramáticos nas imagens astronômicas, além de influenciarem na formação de planetas.

Quando olhamos para o céu, em uma noite clara e sem nuvens, percebemos que existem algumas regiões mais escuras sobrepostas ao fundo estrelado da Via Láctea. Muitos que o fizeram podem ter imaginado que nessas direções nada exista. Um exemplo é o Saco de Carvão, na direção do Cruzeiro do Sul, uma nuvem de poeira e gás que na verdade absorve toda a luz emitida por estrelas situadas atrás dela. A existência de tais regiões em nossa Galáxia foi primeiramente notada por William Herschel que produziu a primeira contagem de estrelas notando que havia um "bu-

Acima
Região do céu correspondente à constelação do Cruzeiro do Sul e às estrelas α e β Centauri. Note a presença de uma nebulosa escura, o Saco de Carvão, no centro da imagem e à esquerda do Cruzeiro do Sul. A nebulosa bloqueia a visão de estrelas que se encontrem mais distantes, na mesma linha de visada (Crédito: ESA/Hubble).

Na página anterior
Região de Formação estelar LH 95, situada na Grande Nuvem de Magalhães. As faixas escuras são nuvens de poeira interestelar (Crédito: NASA).

raco" da direção da constelação de Escorpião. Levou muito tempo até que a ausência de estrelas fosse interpretada como absorção da luz, o que foi feito por Jacobus Cornelius Kapteyn em 1909. No entanto, ele sugeriu, erroneamente, que a massa que obscurecia o brilho das estrelas seria resultado de restos de meteoritos. Por outro lado, ele percebeu que a absorção era seletiva e que as estrelas mais distantes seriam mais avermelhadas. Já em 1923, Max Wolf sugeriu que existissem "cavernas escuras" que obscureceriam a luz estelar. O fato é que, até meados de 1920 não havia consenso sobre a natureza da matéria em determinadas regiões do céu. Em 1930 Robert Trumpler propôs que a luz que passa através dessa matéria seria afetada de várias maneiras: ela poderia ser espalhada e absorvida por elétrons e moléculas ou pequenas partículas sólidas. Segundo Trumpler:

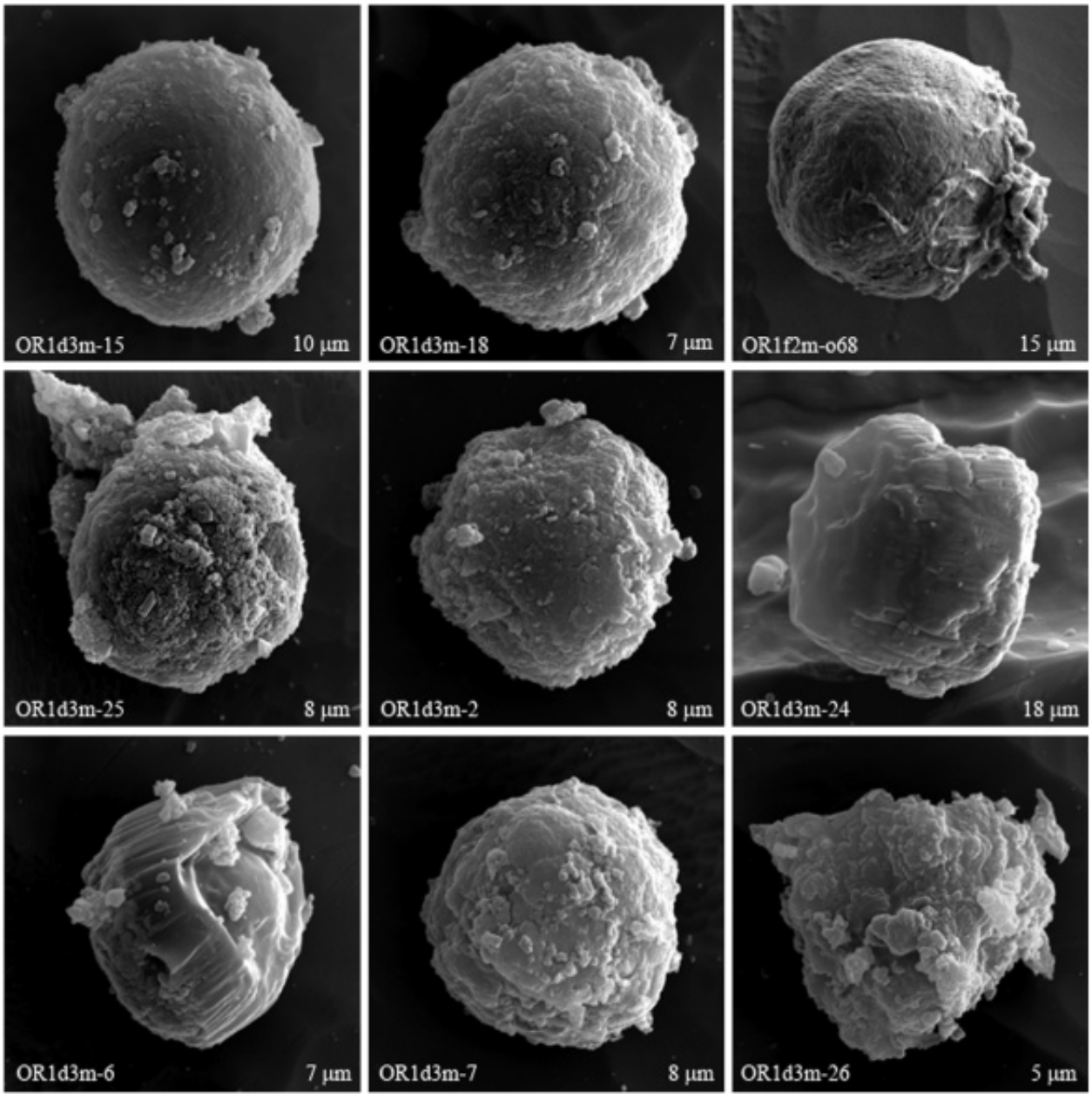
> *"A absorção da luz está intimamente relacionada à presença, distribuição e constituição da matéria no universo".*

Finalmente, em 1932, Rupert Wildt sugeriu que essas partículas sólidas (isto é, os grãos) seriam formados nas atmosferas estelares, e a partir de então diversos modelos foram elaborados. Hoje sabemos que os grãos de poeira são produzidos por estrelas durante seus estágios evolutivos finais em seus envoltórios circunstelares, que é a região mais externa e extensa da atmosfera estelar.

O Big Bang, evento que formou o universo, produziu apenas átomos de hidrogênio, de hélio e um pouco de lítio. O restante dos elementos químicos é produzido por

Acima
Nebulosa Cabeça de Cavalo; parecida com um buraco no céu, essa nuvem escura concentra grande quantidade de poeira interestelar a qual absorve praticamente toda a luz emitida por estrelas que se encontram atrás dela. Ela é parte de uma região maior, conhecida como nuvem molecular de Órion (Crédito: NASA, ESA, Hubble).

estrelas, mas isso é uma história que merece um artigo próprio na Revista Brasileira de Astronomia. Resumamo-la agora nisto: durante seu tempo de vida, estrelas produzem elementos químicos em seus interiores através de reações termonucleares. De fato, a Terra e o Sol possuem elementos que foram processados nos interiores estelares, ou seja, matéria reciclada, produzida por gerações de estrelas anteriores ao nosso Sistema Solar. A medida em que as estrelas evoluem, os elementos que foram recém-formados são primeiramente levados à superfície estelar e, posteriormente, expelidos para o meio interestelar (a região entre as estrelas), enriquecendo-o. Assim, o espaço entre as estrelas não é vazio, pois contém matéria. A maior parte dessa matéria é formada por hidrogênio atômico e/ou molecular — a proporção relativa destes depende da temperatura e densidade das regiões —, bem como por outros elementos mais pesados e partículas sólidas. Em nossa galáxia, a Via Láctea, cerca de 1% da matéria interestelar é composta por essas pequenas partículas com tamanhos que variam de poucos nanômetros até vários mícrons, atingindo milímetros, em regiões de formação estelar. São os grãos de poeira. A poeira é um grande problema para os observadores, pois modifica a radiação proveniente das estrelas de duas maneiras: a poeira absorve e espalha a radiação, provocando sua extinção, isto é seu atenuamento. A luz da estrela, ao passar através de uma nuvem de poeira, torna-se mais avermelhada à medida que os comprimentos de onda mais azulados são removidos. Este efeito é chamado de **avermelhamento** e modifica as distâncias observadas. Mas são justamente as propriedades da poeira que a tornam especial para a formação de novas estrelas: grãos de poeira são eficazes na proteção dos sítios de formação estelar contra a radiação ultravioleta proveniente de outras estrelas.



Acima
Grãos de grafite retirados do meteorito Orgueil (Crédito: M. Jadhav, E. Zinner, S. Amari, T. Maruoka, K. K. Marhas, R. Galino).

Distribuição e composição dos grãos de poeira

Grãos de poeira são partículas sólidas, tais como grãos de areia, e podem ter diferentes composições químicas que revelam o ambiente onde foram produzidas. São formados por carbono, oxigênio, ferro, silício, magnésio, titânio, entre outros elementos.

O ciclo de vida da poeira é um pouco complicado: os grãos são produzidos por estrelas em seus estágios evolutivos finais, lançados ao meio interestelar através

Acima
Cometa C/1995 Hale-Bopp observado em 1997. Na imagem podemos ver as duas caudas: a cauda de poeira, em amarelo, e a cauda de íons, azulada (Crédito: ESO/E. Slawik).

de ventos estelares para depois serem consumidos na formação de novas estrelas ou sistemas planetários. Uma vez soprados para o meio interestelar tais grãos se arranjarão em nuvens onde serão modificados por vários processos físicos, envolvendo a radiação de estrelas bem quentes, raios cósmicos, choques com outros grãos, e assim por diante. Essa metamorfose na poeira cria uma nova classe de grãos chamados **grãos interestelares**. Eles podem também incorporar uma ou muitas camadas externas de gelos ou moléculas mais abundantes nas nuvens.

Hoje não há dúvidas de que os grãos são produzidos por estrelas evoluídas e nosso Sol, no futuro, produzirá grãos de poeira, provavelmente formados por óxidos e silicatos. Por outro lado, as estrelas ricas em carbono produzem grãos de carbeto de silício, carbono amorfo e outros compostos envolvendo átomos de carbono.

Como dissemos, os estágios em

que os grãos são lançados ao meio interestelar são as fases evolutivas estelares mais avançadas. No caso de estrelas de pequenas massas, tal como o Sol, essas fases situam-se entre a fase chamada de gigante vermelha e a fase de nebulosa planetária. Nesses estágios, as estrelas lançam também uma quantidade significativa de gás, através dos ventos estelares.

Por outro lado, estrelas com massas muito grandes também podem produzir grãos de poeira em seus estágios evolutivos mais avançados. Tais estrelas têm massas com cerca de 10 a 50 vezes a massa do Sol e terminarão suas vidas em eventos explosivos, como supernovas. As supernovas também têm sido consideradas como fonte de poeira no Universo e são responsáveis pela formação de grãos de grafite, diamante, óxidos, entre outras espécies. Existem estudos que sugerem que supernovas de tipo II — que resultam da evolução de uma única estrela de grande massa — podem produzir uma quantidade de poeira da ordem da massa do Sol, em um tempo de 0.01 a 0.1 bilhões de anos a partir do nascimento da progenitora.

Partículas de poeira estão presentes em diversos objetos estelares sendo observadas em nuvens interestelares, em discos protoplanetários, em asteroides e cometas. Nos cometas, os grãos estão misturados a moléculas congeladas compostas de elementos voláteis e serão soltos quando o cometa se aproximar do Sol, formando uma cauda de poeira. Medidas feitas pela missão *Stardust* da NASA revelaram a presença de compostos orgânicos presentes no

Abaixo
Galáxia do Sombrero em iImagem composta com observações feitas pelo telescópio espacial Hubble e pelo telescópio espacial Spitzer usando uma câmera infravermelha. A imagem revela a poeira em forma de anel, vista em vermelho (Crédito: NASA/JPL-Caltech, Hubble).

cometa 81P/Wild 2. Também foram encontrados grãos ricos em oxigênio, tais como silicatos muito similares àqueles encontrados nos meteoritos Murchison e Orgueil.

A formação de grãos de poeira por estrelas evoluídas não ocorre apenas na Via Láctea; ela também é observada em outras galáxias. Em geral, em galáxias similares à nossa, a poeira está localizada nos braços espirais, região na qual geralmente a matéria é mais enriquecida. No disco protoplanetário, que formou nosso Sistema Solar, a poeira também teve um papel importante, os grãos foram se aglutinando até formarem planetésimos que cresceram, dando origem aos planetas e a pequenos corpos.

Grãos pressolares

Podemos estudar a poeira de uma maneira indireta, através de observações espectroscópicas no infravermelho médio (onde vemos as assinaturas dos grãos) ou direta, em laboratório, estudando os grãos presentes em meteoritos. De fato, o estudo de meteoritos é um campo muito importante para o estudo da poeira. A matéria mais primitiva encontrada nos meteoritos são grãos identificados como grãos estelares, conhecidos como pressolares. Tais grãos sobreviveram a diversos processos destrutivos e se prenderam em corpos primitivos do Sistema Solar durante a formação deste. Acredita-se que eles sobreviveram, inclusive, aos processos da formação do Sol. Como dito anteriormente são encontrados em meteoritos primitivos e são reconhecidos a partir de suas razões isotópicas (por exemplo, $^{12}C/^{13}C$). Essas razões isotópicas diferem muito das encontradas no Sol, mas quando confrontadas com modelos de evolução estelar são compatíveis com diferentes estágios da evolução de uma estrela. Recentemente, um grupo de cientistas conseguiu datar a idade de alguns grãos pressolares do meteorito Murchison, mostrando a existência de grãos com 7 bilhões de anos (a idade do sistema solar é de 4,6 bilhões de anos)! Os pressolares trazem informações genuínas das estrelas que os formaram. A maioria dos grãos foi formada em estrelas evoluídas mais frias, porém existe uma grande quantidade de grãos formados por supernovas, novas e estrelas Wolf-Rayet. Dessa forma, os grãos pressolares auxiliam na compreensão e constatação de modelos de evolução estelar, além de confirmar a teoria da nucleossíntese, isto é a produção de elementos químicos por estrelas.

Atualmente existem duas missões espaciais que devem coletar matéria e trazer de volta à Terra. A sonda japonesa Hayabusa 2 está sobre o asteroide 162173 Ryugu e a sonda americana Osiris-REX que tocará o asteroide Ben-

nu, coletando matéria de sua superfície. Ambas aumentarão o nosso conhecimento relativo aos grãos, preservados ou não.

As estruturas da poeira geralmente são complexas, formadas por um núcleo e camadas superficiais, os mantos. Os núcleos foram formados nos envoltórios circunstelares e os mantos podem ter sido formados também nesse ambiente ou foram depositados nas nuvens do meio interestelar. O fato é que os núcleos de tais partículas podem permanecer intactos, como dissemos, e podem ter trazido ingredientes necessários à vida na Terra. Modelos de grãos observados no meio interestelar possuem características orgânicas, tais como cadeias imensas compostas por benzeno, moléculas que são conhecidas como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAH: *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon*, em inglês). Esse composto é encontrado também nos envoltórios de estrelas de pequenas massas, em estágios evolutivos avançados. Outros grãos observados no meio interestelar podem conter moléculas como formaldeídos (H_2CO), formadas nas superfícies dos grãos nas nuvens interestelares densas e também outras mais complexas, tais como HC_3N, CH_3CHO, HNCO. Formaldeídos também já foram detectados e podem ser transformados em polissacarídeos $(H_2CO)_n$ e celulose (n = 6). Essas duas últimas espécies são observadas na região do Trapézio, uma área de formação estelar.

O fato é que, já há muito tempo, foi proposto por Fred Hoyle e Chandra Wickramasinghe um modelo de grão biológico, que sugere que "a vida é um fenômeno cósmico". Tal modelo faz uma conexão entre grãos orgânicos e biológicos, e a proposta apresentada por eles é que cometas que contivessem água e nutrientes orgânicos complexos forneceriam um meio ideal para a criação de bactérias. Resumindo, somos todos poeira de estrelas. •

Silvia Lorenz & Rayssa Bastos
Univ. Fed. do Rio de Janeiro
slorenz@astro.ufrj.br

Abaixo
Esta imagem da região que circunda a nebulosa M 78 mostra nuvens de poeira cósmica atravessadas pela nebulosa como um colar de pérolas. Observações no submilimétrico, feitas com o Atacama Pathfinder Experiment (APEX), mostradas em laranja, usam o calor dos grãos de poeira interestelar para indicar aos astrônomos onde novas estrelas estão sendo formadas. Elas são sobrepostas à imagem da região com luz visível, em tons azulados (Crédito: ESO/APEX, T. Stanke et al., Igor Chekalin/DSS 2).

A campanha NomeieExoMundos

A campanha *IAU100 NameExoWorlds* permitiu que vários países do mundo nomeassem uma estrela e um planeta, além de criar a regra de nomenclatura para esse sistema. Descubra aqui curiosidades da campanha!

Em comemoração ao seu 100º aniversário, a União Astronômica Internacional (IAU) promoveu e incentivou o desenvolvimento de atividades ao longo de todo o ano em todas as partes do mundo. Congregadas sob o nome *IAU100*, as comemorações envolveram grandes projetos mundiais desenvolvidos pela própria IAU, ou endossadas por ela.

Entre os projetos globais tivemos a campanha *IAU 100 NameExoWorlds,* que proporcionou a oportunidade para que cada país do mundo nomeasse, através da participação popular, um sistema exoplanetário a ele atribuído. O projeto foi construído a partir de experiências prévias obtidas em 2015, quando a própria IAU recebeu propostas de nomes enviadas pelo público, as quais foram escolhidas para nomear 31 exoplanetas em 19 diferentes sistemas planetários.

IAU100 NameExoWorlds alme-

jou um passo adiante: ampliar as culturas representadas no céu através da oficialização de seus nomes, ampliar a participação popular nessa decisão em cada país participante e promover uma reflexão sobre como a Terra seria potencialmente percebida por uma civilização em outro planeta.

O início do projeto

Tudo começou no ano de 2018 quando os preparativos para as atividades e eventos que seriam realizados no ano seguinte estavam sendo germinados. A ideia de permitir que cada país desenvolvesse sua própria campanha de nomeação de um sistema planetário foi vista pela IAU como uma importante iniciativa para aproximar a Astronomia ao público.

Deu-se início, então, à criação do Comitê Diretor do *NameExoWorlds*. O Comitê Diretor foi composto por astrônomos de diversas origens, e seus primeiros passos foram o desenvolvimento das regras de nomeação e as diretrizes que cada país deveria seguir ao organizar suas campanhas nacionais.

Fui convidado a integrar o Comitê Diretor como coordenador geral do projeto, tendo como principais funções a comunicação com os países participantes, análise de suas propostas de ação, criação e manutenção do website dedicado ao projeto, solução de dúvidas dos participantes, apreciação dos nomes propostos, entre muitas outras ações.

A escolha dos sistemas exoplanetários

O Comitê Diretor designou a cada país um sistema composto por um exoplaneta e sua estrela. Escolheu-se sistemas relativamente bem semelhantes, de forma que todos os países tivessem a oportunidade de nomear corpos celestes em condições similares. Destarte, todos os sistemas selecionados compunham-se de apenas um único planeta gigante gasoso conhecido até o momento, e uma única estrela.

Na página anterior
Representação artística do sistema exoplanetário HD 23079 (Imagem: © David A. Hardy/www.astroart.org).

Abaixo
Logotipo oficial da campanha *IAU100 NameExoWorlds*, adaptado ao português pela Comissão Nacional Brasileira.

IAU100
NomeieExoMundos

Também norteou a seleção, o requisito de que cada sistema deveria ser observável com o uso de um pequeno telescópio a partir do país para o qual foi designado, e nenhum sistema seria observável a olho nu.

Como o projeto funcionou

A IAU mantém alguns escritórios dedicados a fomentar temas específicos relacionados à Astronomia. Um deles é o Escritório

Acima
Impressão artística de um exoplaneta visto de sua exolua. Arte usada pela IAU durante a camapnha *IAU100 NameExoWorlds* (Crédito: IAU/L. Calçada).

para Divulgação de Astronomia (OAO), que teve um papel central no desenvolvimento do *NameExoWorlds*.

OAO mantém em diversos países um colaborador para ajudar na promoção das ações desenvolvidas pelo Escritório e também pela IAU. Esses colaboradores são chamados de Coordenadores Nacionais de Divulgação, ou NOC, da sigla correspondente em Inglês.

Cada NOC ficou responsável por criar um Comitê Nacional para o *NameExoWorlds*, atuando como coordenador do projeto em escala nacional, ou indicando outra pessoa que pudesse liderar o projeto.

Entretanto, nem todos os países possuem um NOC. Para que todos tivessem a chance de participar, abrimos uma chamada convidando interessados em organizar campanhas nacionais em seus países a entrarem em contato enviando suas propostas de ação. Todos os países participantes submeteram uma proposta descrevendo como o projeto seria por eles desenvolvido.

Cada Comitê Nacional desenvolveu seu próprio concurso, incluindo um método de promoção na mídia local e disseminação entre a população. A forma como receber as sugestões do público, análise e filtragem dessas sugestões também ficou a cargo dos comitês nacionais, bem como a submissão das propostas selecionadas para votação pública. Como as condições de trabalho variam enormemente de um país a outro, permitimos, àqueles países que não tivessem maneiras de realizar uma campanha nacional de votação, que os nomes pudessem ser votados internamente entre os membros do Comitê Nacional. Entretanto, as sugestões de nomes deveriam ser enviadas exclusivamente pelo público.

Ao fim do projeto, os pares de nomes mais votados, bem como outros dois pares de reserva, seriam enviados ao Comitê Diretor, e por este analisados. Se o Comitê Diretor do *NameExoWorlds* concluísse que as regras de nomenclatura foram seguidas, os dois nomes seriam reconhecidos como os nomes oficiais de cada exoplaneta e sua estrela. Entretanto, estes nomes não substituiriam os nomes técnicos já existentes, mas poderiam ser usados igualmente ou em conjunto.

Além disso, os proponentes dos nomes vencedores seriam reconhecidos e receberiam os devidos créditos.

NameExoWorlds foi lançado globalmente no dia 6 de junho de 2019 com uma nota oficial à imprensa produzida pela IAU. O processo todo durou cerca de 9 meses, até que os resultados dos 112 países participantes fossem anunciados no dia 17 de dezembro de 2019 numa conferência para a imprensa.

Algumas curiosidades

Tivemos a participação bem sucedida de 112 países. Entretanto, também tivemos a participação de outros dois países que não foram bem sucedidos nas escolhas dos nomes, enviando propostas que de alguma forma violaram as regras de nomeação.

Outros dois países, Afeganistão e Cambodja participaram das primeiras fases do projeto. Mas, infelizmente, não tiveram as condições necessárias para dar continuidade e finalizar as atividades. Estes países terão os sistemas planetários designados a eles garantidos para uma oportunidade futura.

Para este projeto, decidimos adotar uma abordagem inclusiva e permitir a participação de todos os Estados Membros da ONU, Estados Observadores da ONU e territórios dependentes.

Assim, tivemos a participação das Ilhas Cook e Pitcairn, localizadas no Oceano Pacífico, as quais tiveram a mesma oportunidade como qualquer outro país. É interessante notar que as Ilhas Pitcairn, que são um território ultramarino britânico, de população de apenas algumas dezenas de pessoas, participaram do projeto por iniciativa própria, desvinculados do Reino Unido, tendo-nos abordado a partir da nossa chamada no website.

Foi comum recebermos mensagens de pessoas do mundo todo com sugestões de nomes. Obviamente essas não foram acei-

Abaixo
Posição da estrela HD 23079, que foi designada à campanha brasileira, sobreposta a uma das pranchas do belíssimo *Globi coelestis in tabulas planas*, o atlas celeste confeccionado em 1674 por Ignace-Gaston Pardies.

tas, uma vez que as propostas deveriam ser enviados diretamente aos Comitês Nacionais. Vale notar, entretanto, as diferentes motivações: enquanto umas queriam nomear as estrelas com nomes de seus namorados, outras pretendiam que seus entes queridos já falecidos fossem homenageados no céu.

Ao todo, mais de 700 000 pessoas participaram diretamente do projeto, seja submetendo propostas de nomes para seus respectivos comitês ou votando nos seus nomes favoritos.

A Campanha no Brasil

Como NOC pelo Brasil, também me coube a tarefa de selecionar a Comissão Brasileira que faria a gerência da campanha. A seleção foi feita de maneira que a Comissão pudesse abranger a diversidade da comunidade astronômica nacional, refletir os diferentes temas escolhidos para a campanha, representar diversidade e paridade de gênero, além de potencializar a divulgação do projeto na mídia nacional e nas escolas. A comissão foi montada em março de 2019 e as primeiras reuniões (todas virtuais) ocorreram a partir da primeira semana de abril desse ano.

Inicialmente, a Comissão Nacional decidiu internamente quais seriam os temas gerais dentro dos quais propostas de nomeação seriam aceitas. A metodologia proposta pela IAU serviu de base para a discussão, considerando que a escolha deveria ser "*entre nomes de coisas, pessoas ou lugares de significado cultural, histórico ou geográfico de longa data, dignos de serem memorizados pela nomeação de um objeto celeste*". Com isso em mente, a Comissão Nacional selecionou os seguintes temas gerais:

a) cultura indígena brasileira;
b) cultura afrobrasileira;
c) literatura brasileira;

e a campanha ganhou uma cara nacional, sendo rebatizada como NomeieExoMundos.

De abril a maio, os trabalhos voltaram-se para a construção da página eletrônica da campanha. A hospedagem acabou sendo ancorada à própria página do NOC da IAU no Brasil, usando inclusive parte das ferramentas *web* desenvolvidas por Felipe Carrelli.

Comissão Nacional Brasileira

Eduardo Monfardini Penteado
Representante da União Astronômica Internacional
Helio Jaques Rocha-Pinto
Vice-presidente da SAB, coordenador da comissão
Flávia Pedroza Lima
Astrônoma do Planetário do RJ
Josina Nascimento
Representante da Olimpíada Brasileira de Astronomia
Alan Alves Brito
Diretor do Observatório de Porto Alegre
Thiago Signorini Gonçalves
Coordenador de Imprensa da SAB
Eugênio Reis Neto
Vice-presidente da Olimpíada Brasileira de Astronomia
Gleici Kelly de Lima
Mestranda em Ensino da Astronomia

No dia 17 de abril, o Comitê Diretor anunciou para as comissões nacionais qual seria o sistema exoplanetário que lhes caberia. Desse momento em diante, soubemos que o Brasil iria nomear o sistema HD 23079, composto por uma estrela de tipo solar, de magnitude visual 7.5, e seu gigante gasoso, na constelação do Retículo. Tivemos a possibilidade de solicitar um outro sistema, mas não havia uma lista de reservas. Alguns países lograram realizar trocas entre si. Teria sido simbólico se a estrela designada ao Brasil estivesse na constelação do Cruzeiro do Sul, por exemplo. Mas a única estrela disponível nessa constelação foi designada ao Paraguai. Ao fim, consideramos que HD 23079 seria um bom sistema, pois sua estrela central é mais brilhante que aquela no Cruzeiro do Sul, e porque seria a primeira estrela no Retículo a receber um nome próprio.

A arte gráfica usada por boa parte da nossa campanha — e que inclusive ilustra a capa deste artigo — é uma impressão artística do sistema HD 23079 que o artista americano David A. Hardy produziu anos atrás para seu site Astroart. Ao tomarmos ciência da existência dessa ilustração, solicitamos autorização ao artista para usá-la exclusivamente na campanha nacional, o que ele gentilmente permitiu, sem qualquer custo.

Ao longo de toda a campanha, a Comissão Nacional seguiu à risca o cronograma submetido ao Comitê Diretor da *IAU100 NameExoWorlds*. Assim, o lançamento do website ocorreu no dia 31 de maio, e o início da campanha nacional em 6 de junho.

Dessa data até 31 de agosto, recebemos 977 sugestões de pares de nomes, uma para a estrela e outro para o planeta. Cerca de ⅓ das submissões não seguiram as regras da campanha e foram desclassificadas. Entre as restantes, muitas eram repetidas, ou envolviam o mesmo nome com grafia variante. Elas foram combinadas e renderam, ao fim, 343 propostas únicas que a Comissão Nacional avaliou e ranqueou. Ao fim, 14 pares de nomes foram seleci-

Nome da Estrela	Nome do Planeta	Votos totais
Tupi	Guarani	1067
Guaraci	Tupã	851
Ceci	Peri	753
Dandara	Zumbi	743
Capitu	Bentinho	701
Arara	Sabiá	611
Muiraquitã	Macunaíma	530
Congada	Atabaque	406
Iara	Saci	363
Emília	Visconde	290
Caipora	Curupira	223
Quilombo	Palmares	203
Diadorim	Riobaldo	166
Capoeira	Berimbau	153

Acima
Classificação final das 14 propostas selecionadas para a etapa 2 da campanha nacional.

Acima
Tupi e estrelas de constelações próximas que possuem nome próprio aprovado pela IAU. O tamanho do marcador dessas estrelas na ilustração não tem relação com sua magnitude aparente (Crédito: *Stellarium*, Helio J. Rocha-Pinto).

onados para a irem à votação pública, que teve início do dia 15 de setembro.

Cada um desses pares foi promovido nas redes sociais por um artigo que explicava sua etimologia e listava os proponentes. Esses artigos objetivavam permitir que os proponentes e simpatizantes compartilhassem suas propostas entre amigos para pedir votos, ampliando assim o alcance da campanha. Isso, de fato, ocorreu. Mas notamos que muitas pessoas preferiram expor suas escolhas nas caixas de comentário das postagens e não votaram pelo sistema que efetivamente computava os votos.

A votação online prosseguiu até o dia 4 de novembro, quando tínhamos computados 7060 votos. A rigor, muito poucos para um país de 200 milhões de habitantes, mas ainda assim um número total de votos três vezes maior do que a campanha dos EUA, que possui população mais numerosa.

Os três nomes mais votados pelo público foram elencados em uma lista tríplice enviada ao Comitê Diretor no dia 13 de novembro, juntamente com um sumário sobre a campanha nacional. Cabia agora ao Comitê Diretor validar o par de nome mais votado ou, se fosse o caso de nomes inválidos, escolher o par seguinte mais votado. Todavia, como esperávamos, no dia 4 de dezembro o Comitê Diretor anunciou ao coordenador nacional que o par de nome mais votado pelos brasileiros foi acolhido para o sistema HD 23079.

O anúncio mundial só foi feito no dia 17 de dezembro. A partir daí a estrela HD 23079 foi oficialmente batizada de **Tupi** e o planeta HD 23079 b recebeu o nome

Guarani. Uma vez que a campanha também elegeu o tema de nomeação de futuras descobertas de cada sistema exoplanetário, novos planetas e luas do sistema HD 23079 serão sempre batizados com o nome de povos indígenas do Brasil.

Essa homenagem é muito especial e mais do que justa aos primeiros habitantes da região onde se formou nosso país.

Uma grande dificuldade que a Comissão Nacional encontrou foi mesmo a divulgação da campanha. Muitos veículos da imprensa se interessaram pela primeira fase, quando estávamos recebendo as propostas de pares de nomes. Mas quase nenhum veiculou a informação sobre a segunda etapa, de votação pública nos 14 pares de nomes selecionados. Embora tenhamos mantido um blog exclusivo para a campanha, bem como uma fanpage no Facebook, poucos ficaram acompanhando-os diariamente, em busca de notícias. A imprensa nacional voltou a se interessar apenas na última fase da campanha, após o anúncio mundial feito pela IAU •

Eduardo M. Penteado &
Helio J. Rocha-Pinto
em nome da campanha
NomeieExoMundos

Abaixo
Infográfico oficial da campanha *IAU100 Nameexoworlds*, contendo os dados oficiais do sistema HD 23079 (Crédito: IAU).

Contracapa
Vista aérea do Planetário da Gávea, no Rio de Janeiro (Crédito: Fundação Planetário do Rio de Janeiro).

S.A.B.
Sociedade Astronômica Brasileira